

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



"EFICIENCIA DE *Bacillus thuringiensis* EN EL CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN EL BAJO MAYO".

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

ROSS MERY GIRANO FLORES

TARAPOTO – PERÚ

2 004



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

"EFICIENCIA DE *Bacillus thuringiensis* EN EL CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN EL BAJO MAYO".

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

ROSS MERY GIRANO FLORES



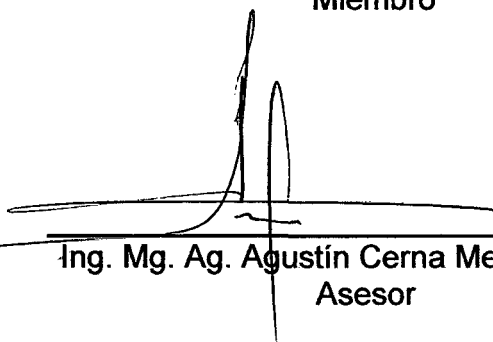
Ing. Manuel S. Doria Bolaños
Presidente



Ing. César E. Chappa Santa María
Miembro



Ing. Javier Ormeño Luna
Miembro



Ing. Mg. Ag. Agustín Cerna Mendoza
Asesor

DEDICATORIA

A mi mamá Mery Flores
Flores, por brindarme su
amor y el apoyo permanente
para el logro de mi carrera
profesional.

A mi querida abuelita Angélica
Bernardita Flores Viena y tía
Bernaldita Leveaú Flores por el
apoyo moral y fraterno
inquebrantable demostrado.

A Roy Rogers Gonzales
Ramírez, por el apoyo moral
y espiritual constante,
realizado durante mi
formación profesional.

A mis tíos: Orlando, Winter,
Enrique y Wagner por sus
consejos que me brindaron en
todo momento.

AGRADECIMIENTO

- Al Ingeniero Agrónomo Agustín Cerna Mendoza, asesor del trabajo de investigación.

- A los Ingenieros Agrónomos Patricia Orihuela Pasquel y Edison Hidalgo Meléndez del Instituto Nacional de Investigación Agraria – Tarapoto, co patrocinadores, por sus apoyo incondicional.

- A los técnicos y obreros del Programa Nacional de Maíz, que en todo momento me brindaron su apoyo incondicional, durante la ejecución del trabajo de tesis.

- A todas aquellas personas que hicieron posible la culminación de mi carrera profesional.

INDICE

CONTENIDO	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	5
II. OBJETIVOS	6
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
3.1. Crecimiento y desarrollo del maíz.	7
3.2. Características del maíz variedad M- 28- T.	7
3.3. El Cogollero del maíz.	8
3.3.1. Ubicación taxonómica.	8
3.3.2. Ciclo biológico.	8
3.3.3. Descripción del insecto.	9
3.3.4. Daños que causa el cogollero.	10
3.3.5. Control.	11
3.3.6. Medidas de control usados en nuestro medio.	11
3.3.7. Crianza de la plaga.	12
3.4. Control biológico de plagas.	14
3.5. Generalidades del <i>Bacillus thuringiensis</i> .	20
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	24
V. RESULTADOS	34
VI. DISCUSIONES	43
VII. CONCLUSIONES	53
VIII. RECOMENDACIONES	54
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
RESUMEN	
SUMMARY	
ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

El Perú tiene en el maíz a una de sus principales fuentes alimenticias, tanto para consumo humano como en crianzas. Así que este cultivo se siembra en las tres regiones naturales, con una amplia diversidad de tipos, en costa y selva; el más importante es el tipo amarillo duro, en la sierra se cultiva los maíces amiláceos.

En la Región San Martín el maíz amarillo duro es el más cultivado teniendo gran demanda (48 976 Has) (OIA 2 003); pero actualmente el bajo nivel tecnológico que se viene empleando en este cultivo se ve reflejado en la baja producción que se obtiene.

Además entre los factores que contribuyen para una baja producción de maíz se incluyen las plagas y dentro de ellas la más importante el gusano “cogollero” (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) siendo más frecuente encontrarlos en cogollos de plantas nuevas; pudiendo causar reducción de hasta 40% (Rivero, 2 000).

Para el control de esta plaga, el método más estudiado y difundido es el químico; pero debido a problemas de desequilibrio ecológico, polución del medio ambiente, reducción de insectos benéficos, riesgos en la aplicación, entre otros, el método biológico es una alternativa de control. La Bacteria *Bacillus thuringiensis*, ha sido estudiada y aplicada con buenos resultados en Estados Unidos.

El presente trabajo de investigación trata de encontrar a través de la aplicación del *Bacillus thuringiensis* una dosis óptima para el control del gusano “Cogollero”.

II. OBJETIVOS

- 2.1.** Determinar la eficiencia de *Bacillus thuringiensis*, en el control biológico del cogollero en el cultivo de maíz.
- 2.2.** Determinar el costo de producción de los diferentes tratamientos y la relación beneficio/costo.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL MAÍZ

INIA (1 995), reporta que la forma cómo se desarrolla y funciona la planta de maíz, nos permitirá un buen manejo. El periodo vegetativo bajo nuestras condiciones de siembra a cosecha puede dividirse en:

- Siembra a emergencia (aproximadamente 8 dds)
- Crecimiento vegetativo inicial lento (aproximadamente 30 dds)
- Crecimiento vegetativo rápido hasta la floración (aproximadamente hasta los 50 dds; de 8-16 hojas completamente extendidas).
- Polinización y fecundación (aproximadamente 70 dds)
- Maduración y formación completa del grano (aproximadamente 100 dds).
- Secado del grano y de la planta, hasta la cosecha (aproximadamente hasta los 120 dds).

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL MAÍZ VARIEDAD M-28-T.

INIPA (1 984), menciona que esta variedad fue formada basándose en maíces cristalinos dentados del caribe y otras regiones bajas del mundo provenientes del CIMMYT y fue introducido por el Programa Nacional del Maíz del INIA, siendo sus principales características las siguientes: La floración se estima entre los 50 a 60 días, el periodo vegetativo es de 110 a 120 días, con una altura de planta de 2,30 m, grano de color amarillo rojizo, con una densidad de 50 000 plantas /Ha, distanciamiento de 0,80 x 0,50 m, y el potencial de rendimiento de hasta 8 000 Kg/Ha.

3.3. EL COGOLLERO DEL MAIZ

3.3.1. Ubicación taxonómica

PACHERES (1 982), menciona lo siguiente:

Reino : Animalia

Phyllum : Arthropoda

Sub Phyllum : Mandibulata

Clase : Insecta

Orden : Lepidoptera

Familia : Noctuidae

Género : ***Spodoptera***

Especie: ***frugiperda***

3.3.2. Ciclo biológico

Cuadro 01: Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda*.

Temperatura y Humedad Relativa	ESTADÍOS (días)				Total
	Huevo	Larva	Pre pupa	Pupa	
19 °C – 67%	11	49	03	25	88
27 °C – 75%	01	17	02	10	30

Fuente: Pacheres (1 982).

3.3.3. Descripción del insecto: *Spodoptera frugiperda*

VÉLEZ (1 997), describe a *Spodoptera frugiperda* en sus 4 estadios de crecimiento:

a. Adulto

Su aspecto es algo variable, tienen 30 - 35 mm de expansión alar, tórax y abdomen pubescentes de color ceniciento, siendo el primero más oscuro, antenas filiformes. El macho tiene alas anteriores de color pardo oscuro. Las alas posteriores son blancas, pero muestran en el borde externo con ribete oscuro. La hembra posee alas anteriores de color gris, más homogéneo comparado con el del macho.

b. Huevos

Son esféricos algo aplanados en la parte superior con 0,5 mm de diámetro aproximadamente. Su color es blanco amarillento, con cierto brillo nacarado cuando están recién puestos; a medida que la incubación avanza se tornan de un color gris rojizo. Son depositados en grupos compactos formando varias capas, generalmente de cien a más huevos individuales cubiertos por una especie de telaraña, esta telilla parece proporcionarles cierta protección contra algunos agentes bióticos y abióticos.

c. Larvas

Son cruciformes con tres pares de patas torácicas, cuatro pares de pseudopatas abdominales y un par anal o telson. Miden aproximadamente 1,5 mm de largo, de color blanquecino, cabeza negra y cuerpo cubierto de pelos finos. En su máximo desarrollo alcanzan 34 a 44 mm de longitud.

d. Pupas

Miden 18 mm de longitud, de color café oscuro, lisas y brillantes, el cremaster está constituido por dos espinas pequeñas en forma de V.

3.3.4. Daños que causa el cogollero

SARMIENTO Y CASTILLO (1992), indican que el ataque comienza cuando las polillas dejan grupos de huevos de las cuales emergen varias larvitas que rápidamente pasan al cogollo, haciendo sólo ligeros raspados. Después de unas dos semanas lo más común es observar una sola larva de 3 a 4 cm de tamaño, que masca y perfora el cogollo dejando gran cantidad de excremento. Cuando el cartucho se despliega, las hojas aparecen comidas en sus bordes y con grandes agujeros. El período crítico de la planta con relación a los ataques del cogollero ocurre entre los 15 a 50 cm de altura. Cuando se ha superado esta etapa los daños son menos importantes puesto que no llega a producir la muerte de la planta.

3.3.5. Control

SARMIENTO Y CASTILLO (1 992), menciona que la época más crítica para el control de la *Spodoptera frugiperda* es la del crecimiento lento; superada esta etapa, los daños subsiguientes son de menor importancia. Para determinar el momento oportuno de control, es necesario conocer el nivel de población mediante evaluaciones periódicas. El límite de infección para efectuar una aplicación es del 20% de plantas atacadas.

3.3.6. Medidas de control usados en nuestro medio

SARMIENTO Y CASTILLO (1 992), mencionan:

a. Control químico

Se hace cuando existen ataques que supere el límite planteado, en la fase inicial del crecimiento lento. Para determinar el momento oportuno de control es necesario conocer el nivel de la población mediante evaluaciones periódicas, se recomienda el uso de productos en solución como carbamatos y órgano fosforados. Si la planta ya formó cogollo se puede usar productos formulados como granulados aplicándose por desmanche (aplicando el producto en plantas atacadas).

b. Control biológico

El *Bacillus thuringiensis*, es comercializado al estado de esporas, las cuales deben ser ingeridas por las larvas junto con el follaje, produciéndose la muerte en forma lenta. Este efecto puede acelerarse si se mezclan las esporas con carbamatos. Es importante no descuidar la probabilidad de incrementar determinadas especies predatoras presentes en cada ambiente.

3.3.7. Crianza de la plaga

CICIU- CB- INIPA (1 984), menciona que la *Spodoptera frugiperda* se colecta de un cultivo de maíz, larvas de los últimos estadios larvales (5º y 6º); llevarlos al laboratorio y acondicionarlos en tapers de 33 x 23 x 10 cm dándoles hojas de higuerilla como alimento para evitar el canibalismo. Al término del 6º estadio próximo a pre pupa, se coloca papel kraft corrugado para que empupen, si fuera necesario se pone una placa con esponja humedecida para evitar que las pupas se sequen y/o tengamos poca emergencia de adultos y muy débiles. Luego de 3 días recuperamos las pupas, las que se acondicionan en un pequeño taper con papel kraft en la base y esperamos la emergencia que será dentro de 7 a 10 días.

a. Obtención de huevos

Estando próximos a emerger los adultos, se prepara una jaula de oviposición, dentro de la cual va un florero con hojas de grama china (*Sorghum halapense*). A la emergencia se liberan 30 parejas a las que se alimenta con miel de abeja más polen diluido en agua aplicado con un pincel pelo de martha No. 08 en las paredes de la jaula y en algunas de las hojas de la grama china. Las hembras tienen un periodo de pre-oviposición de 3 días y es a partir de este día que se recupera las posturas que generalmente son ovipositadas en el envés de las hojas. Las posturas recuperadas se acondicionan en una placa petri; y después de 3 días eclosionan las larvas.

b. Crianza de larvas

Se preparan frascos o tapers (15 x 12 x 12 cm) con agua, sobre éste se va un balde de pintura que tiene una abertura pequeña y central en la base por donde pasan al agua los pedúnculos de las hojas de higuerilla en las que van las larvas recién nacidas, luego se tapa la boca del balde con tul y se asegura con la tapa recortada en la parte central para dar ventilación.

SARMIENTO Y CASTILLO (1 992), añade que instaladas las larvas se les deja de 08 - 10 días, tiempo en el que llegan al tercer estadio (III); posteriormente estas larvas se traspasan a taper más

grandes o jaulas a razón de 200 - 300 larvas, dándoles como alimento hojas de higuerilla. En el IV estadio larval se separan en grupos que no excedan de 50 larvas por taper, evitando así el canibalismo y la contaminación de patógenos (bacterias y virus principalmente).

c. Obtención de pupas

Próxima a la pre - pupa se disminuye la alimentación, se coloca papel kraft corrugado y esponja humedecida dentro del taper, a los 3 días se ven las pupas, las escogemos y se acondicionan en un pequeño taper hasta esperar la emergencia y posterior liberación en la jaula de oviposición.

3.4. CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS

CISNEROS (1 995), define como la represión de las plagas, mediante sus enemigos naturales, es decir mediante la acción de predadores, parasitoides y patógenos.

DE BACH (1 985), añade que el control biológico de plagas, considerado desde el punto de vista ecológico, puede definirse como la acción de parásitos predadores o patógenos, para mantener la densidad de población de otros organismos a un promedio mas bajo que el que existiera en su ausencia; y desde el punto de vista aplicado, puede definirse como el estudio de parásitos, predadores y patógenos en la regulación de las densidades

poblacionales de las plagas, además define como la medida de control más importante de plagas insectiles y alrededor del cual deben girar los demás. Se pueden considerar tres formas de aplicación de control biológico en campo: inoculativa, inundativa y conservativa.

a. Entomopatógenos

CASTILLO (1 997), menciona las siguientes características:

Transmisión.

Algunos patógenos como los hongos y algunos nemátodos pueden penetrar a través de la cutícula, en cuyo caso la ingestión no es necesaria, pero en bacterias sí lo es.

Alcance del hospedante.

Algunos patógenos de insectos tienen una especificidad al hospedante, por lo que infectan solamente unas cuantas especies, mientras que otros tienen un amplio espectro y son capaces de infectar a diversas especies de insectos.

Persistencia de los patógenos en el campo.

Es así que sin protección, la mayoría de las esporas fungicidas resisten menos de dos días y las esporas bacterianas menos de tres días.

Virulencia.

Los patógenos a menudo infectan una etapa del insecto, por ejemplo el *Bacillus thuringiensis*, es infecciosa a muchas larvas de Lepidoptera, pero inofensiva a los adultos.

b. Bacterias entomopatogénicas

BAUTISTA (1998), menciona que:

Las bacterias entomopatogénicas, desde el punto de vista de patología, se agrupa a las bacterias en dos categorías: Esporulantes y no Esporulantes.

Bacterias esporulantes

El creciente interés por la utilización de bacterias entomopatogénicas para el control de insectos perjudiciales se precisa mas profundamente en las bacterias esporulantes, que se caracterizan por su alta virulencia, alta capacidad invasora a paredes intestinales y producción de toxinas.

TANADA (1992), menciona:

El control biológico, es una actividad en la que se manipulan una serie de enemigos naturales, también llamados depredadores, con el objetivo de reducir o incluso llegar a combatir por completo a parásitos que afecten a una plantación determinada. Se pretende controlar las plagas a través de enemigos naturales, es decir otros insectos que son depredadores de la plaga y son ofensivos a la plantación. El método de control biológico

puede ser muy eficaz. Hay que considerar algunos puntos en la utilización de enemigos naturales en la plantación:

- Se debe identificar bien el parásito que afecta el cultivo.
- Identificación del enemigo natural.
- Estimación de la población del parásito.
- Estimación de la población de enemigo natural.
- Supervisa correctamente la eficacia de estos enemigos.

Ventajas del control biológico

- La incorporación del control biológico, es un medio de lucha integrada respetando el medio ambiente, debido a que no se emplean insecticidas, lo que da mas seguridad.
- Impide las poblaciones de parásitos en las plantaciones agrícolas y por consiguiente la pérdida de altos niveles de producción.
- Vienen ajustados al tipo de parásito y llegan a matar una amplia gama de insectos y no producen daños a los insectos benígnos.

Inconvenientes del control biológico

- Requiere mucha paciencia, entretenimiento y un mayor estudio biológico.
- Existen enemigos naturales que son susceptibles a pesticidas, por lo que su manejo debe ser cuidadoso.

c. Controladores biológicos del cogollero

SUÁREZ (1979), menciona que el cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith), presenta un complejo muy variado de controladores naturales, los cuales por lo general no ejercen un efectivo control de esta plaga; así se tiene:

• **Parasitoides**

Diptera : Tachinidae

Archytas marmoratus, *Winthemnia* sp,
Winthemnia reliqua, *Bonnetia comta*, *Eucelatoria*
digitata, *Eucelatoria australis*

Hymenoptera :Braconidae

Cotesia marginiventris, *Chelonus insulares*,
Chelonus texanus, *Rogas vaughani*, *Rogas* sp.

Ichneumonidae

Campoletis curvicauda, *Campoletis perdistinctus*,
Enicospilus sp, *Enkopilu merdarius*,
Trachysphyrus cleonis, *Netelia* sp.

Eulophidae

Euplectrus platypenae, *Euplectrus* sp.

Scelionidae

Telenomus remus

• **Predadores**

Neuroptera: *Chrysoperla externa*

Hemiptera : Anthocoridae

Orius insidiosus, Paratrichophleps laeviusculus

Neididae

Aknisus sp.

Nabidae

Nabis capsiformis, Nabis punctipennis

Pentatomidae

Podisus connexivus, Podisus nigrispinus,

Podisus obscurus, Podisus sagitta, Podisus sp.

Dermaptera : Forficulidae

Coleoptera : Cicindellidae

Megacephala, Carolina chilensis

Carabidae

Blennius sp, Calosoma abbreviatum.

Coccinellidae

Cycloneda sanguinea L., Hippodamia

convergens,

Hymenoptera: Vespidae

Polistes canadiensis, Polistes sp, Polybia sp.

- **Entomopatógenos**

Virus : *Baculovirus, Virus poliedrosis nuclear, Virus de la granulosis.*

Bacterias: Eubacteriales:

Bacillaceae, Bacillus thuringiensis.

3.5. GENERALIDADES DEL *Bacillus thuringiensis*

BAUTISTA (1 998), reporta que en 1 901 y 1 902, fue descrita un bacilo patogénico de larvas de *Bombix mori*, dándole un nombre de *Diesease bacillus*. En 1 911 Berliner, usó un bacilo causando decenas de muerte en larvas de *Anagasta kuehniella*; esta bacteria fue descrita y denominada *thuringiensis* por Berliner en 1 915; este material es considerado actualmente como *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*. En 1 951, se detectó la presencia de cristales en cultivos esporulados de *Bacillus thuringiensis*, relacionándose con la patogenicidad de esa bacteria. Se sabe que la formación de cristales es regulada por la presencia de Plasmidium. Así mismo en 1 986, podemos obtener mutantes de *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki*, que son acristalíferos, con cobertura completa de esporas que germinan rápidamente y son virtualmente idénticos a *B. cereus*.

AGREVO (2 002), reporta:

- **Características**

Bacillus thuringiensis es selectivo a fauna benéfica e ideal para el Manejo Integrado de Plagas como *Alabama argillacea* en algodón; y *Anticarsia gemmatilis* en soya, su acción es letal para las larvas de lepidópteros, en muchos cultivos. No es tóxico para otros organismos, no perjudica a los insectos benéficos parásitos y predadores de las plagas, no es tóxico para los mamíferos, aves y peces. Además es un insecticida estomacal, poco después de la ingestión, las larvas dejan de alimentarse, pueden permanecer en sus sitios aparentemente vivas, pero sin causar daños. La muerte del insecto ocurre entre las 48 y 72 horas.

- **Innovación**

La cepa de *Bacillus thuringiensis*, es el resultado de la conjugación genética de las variedades Kurstaki y Aizawai dando como resultado una cepa con las características más importantes de cada variedad. El *Bacillus thuringiensis*, ha sido formulado como una supoemulsión que le permite tener un comportamiento sobresaliente ante las condiciones de campo con excelente dispersión y adhesión sobre el follaje.

- **Modo de acción**

El *Bacillus thuringiensis*; es una bacteria que produce esporas y cristales de proteínas llamadas delta endotoxinas. Cuando éstos cristales llegan al estómago de la larva se convierten en partículas tóxicas, debido a la acción de las enzimas digestivas. Estas partículas se fijan en los receptores de las

células epiteliales de la membrana del intestino medio del insecto. A los pocos minutos éstas células empiezan a romperse, lo cual hace cambiar el pH del intestino medio, con resultados fatales para el insecto. Unos pocos minutos después de haber ingerido la dosis letal cesa la alimentación de las larvas, aunque éstos aún permanecen vivas sobre el follaje, las larvas empiezan a moverse más lentamente, se decoloran, se arrugan y se vuelven de color oscuro, muriendo finalmente a los 3 ó 4 días después.

Desde 1 996, una amplia gama de las plantas cultivadas genéticas se ha dirigido para contener el gene de la delta endotoxina del *Bacillus thuringiensis*. Estas cosechas Bt están disponibles ahora comercialmente en los Estados Unidos. Incluyen el maíz de Bt, el algodón de Bt; tales plantas genéticas se han dirigido para expresar la parte de la toxina activa en sus tejidos finos, así que matan a los insectos que se alimentan de ellas; o sea se aseguran de que solamente esos insectos que atacan a estas plantas sean expuestos a las toxinas de Bt, no hay riesgo a otros tipos de insectos.

BAUTISTA (1 998), menciona que Delta endotoxina es un agregado de moléculas, generalmente bipiramidales, los cristales pueden variar en tamaño, forma y número entre los diferentes serotipos de *Bacillus thuringiensis*. La solución tóxica de la delta-endotoxina, depende de la solución de cristal en un medio enzimático alcalino. Existe una clasificación genética y modo de acción de proteínas tóxicas de cristal de B.t., hay genes llamados cry, especifican una familia de proteínas (delta-endotoxinas), con

acción insecticida que pueden ser separados en 4 grupos: Los genes cry I, están asociadas las toxinas activas contra lepidópteros; genes cry II, las toxinas específicas para lepidópteros y dípteros; los cry III, los coleópteros y finalmente los genes cry IV, los dípteros.

- **Patógenos del Género *Bacillus***

BAUTISTA (1998), reporta que las esporas del género *Bacillus*, son representadas por células en forma de bastones, a veces en cadena. La mayoría capaz de producir endosporas, pueden atacar varios substratos variables, debido al gran complejo enzimático producido por las células.

- **Patogenicidad de *Bacillus thuringiensis***

BAUTISTA (1998), menciona que los aspectos relacionados con la patogenicidad del *Bacillus thuringiensis*, pueden ser agrupados en tres, para mejor comprensión y consecuentemente mejor aprovechamiento del bacilo en operaciones de control microbiano de insectos perjudiciales. La primera, trata del modo de acción del patógeno, lo segundo se refiere a los síntomas externos e internos de la bacteria y la tercera se caracteriza los niveles de virulencia de diferentes serotipos; así mismo como los niveles de susceptibilidad con los diferentes tipos de insectos.

TANADA (1993), reporta que éste entomopatógeno tiene una mayor eficacia cuando se aplican sobre los primeros estadios larvales.

HOFFMANN (1993), indica que *Bacillus thuringiensis* actúa por ingestión y provoca la muerte en tres días, con una dosis de 1 a 5 l/Ha.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo se realizó en los campos del Proyecto Maíz de la E.E. “El Porvenir”, que está ubicado en el Km 14, de la carretera Fernando Belaúnde Terri, Distrito de Juan Guerra.

Ubicación Política

Distrito	:	Juan Guerra
Provincia	:	San Martín
Región	:	San Martín

Ubicación geográfica

Latitud sur	:	06° 35'
Longitud oeste	:	76° 19'
Altitud	:	232 m.s.n.m.m

4.2. Antecedentes del campo experimental

El área donde se desarrolló el trabajo experimental, pertenece al Proyecto Maíz del INIA, el cual desde años atrás se viene utilizando este terreno para trabajos experimentales en este cultivo.

4.3. Características del terreno

• Ecológicas

HOLDRIDGE (1 975), menciona que la clasificación ecológica de la zona, pertenece a un bosque seco pre montano tropical.

- **Edáficas**

Se encuentra ubicado en la formación fisiográfica de tierras medias. Textura fina, moderadamente profundos, según su capacidad de uso, esta área pertenece a la clase IV (cultivos en limpio), MINAG (1 982).

4.4. Diseño y características del experimento

a. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR), con arreglo factorial 3 x 4 con 4 repeticiones para la determinación de la eficiencia de *Bacillus thuringiensis*, y el análisis de altura de planta, peso de campo, rendimiento en Kg/Ha con un diseño de Bloques Completamente al Azar con 12 tratamientos.

Factor A: Tiempo de aplicación de Bt días después de la infestación (ddi):

1 ddi, 5 ddi y 10 ddi.

A1 = 1 ddi

A2 = 5 ddi

A3 = 10 ddi

Factor B: Dosis de *Bacillus thuringiensis*: 0,0; 0,6; 0,8; y 1,00 Kg/Ha.

B1 = 0,0 Kg/Ha

B2 = 0,6 Kg/Ha

B3 = 0,8 Kg/Ha

B4 = 1,0 Kg/Ha

Cuadro 02: Tratamientos en estudio.

Tatam.	Clave	Descripción
T ₁	A ₁ B ₁	Sin aplicación de B.t. a 1 dd infestación
T ₂	A ₁ B ₂	600 g/Ha de B.t a 1 dd infestación
T ₃	A ₁ B ₃	800 g/Ha de B.t a 1 dd infestación
T ₄	A ₁ B ₄	1 000 g/Ha de B.t a 1 dd infestación
T ₅	A ₂ B ₁	Sin aplicación de B.t a 5 dd infestación
T ₆	A ₂ B ₂	600 g/Ha de B.t a 5 dd infestación
T ₇	A ₂ B ₃	800 g/Ha de B.t a 5 dd infestación
T ₈	A ₂ B ₄	1 000 g/Ha de B.t a 5 dd infestación
T ₉	A ₃ B ₁	Sin aplicación de B.t. a 10 dd infestación
T ₁₀	A ₃ B ₂	600 g/Ha de B.t a 10 dd infestación
T ₁₁	A ₃ B ₃	800 g/Ha de B.t a 10 dd infestación
T ₁₂	A ₃ B ₄	1 000 g/Ha de B.t a 10 dd infestación

Análisis de variancia

Muestra las siguientes características.

Cuadro 03: Características del ANVA (DBCR con arreglo factorial 3x4 con 4 repeticiones).

Fuente de Variabilidad	Grados de libertad
Bloques	$r-1 = 3$
A (Momento de Aplicación)	$r-1 = 2$
B (Dosis)	$r-1 = 3$
AB	$2 \times 3 = 6$
Error	$(r-1)(t-1) = 33$
Total	$r.t - 1 = 47$

Fuente: Rojas Tasilla Manuel (1 991).

b. Características del campo experimental

• Del campo experimental

Largo	:	38,4 m.
Ancho	:	24,5 m.
Área total	:	940,8 m ²
Área neta experimental	:	384,0 m ²
Nº de parcelas	:	48
Separación de bloques	:	1,50 m.
Separación de parcelas	:	0,80 m.

• Del bloque

Nº bloques	:	4
Largo	:	28,8 m
Ancho	:	5 m
Área total /bloque	:	144 m ²
Área neta /bloque	:	96 m ²
Nº parcela /bloque	:	12

• De la parcela experimental

Largo	:	5,0 m
Ancho	:	3,2 m
Área total/parcela	:	16 m ²

Área neta/parcela	:	8 m ²
Nº de hileras/parcela	:	4
Nº de golpes/hilera	:	11
Nº de semillas/golpe	:	3
Nº de plantas eval/parc.	:	44
Hileras a evaluar/parcela	:	2
Nº golpes a evaluar/parc.	:	22
Nº plantas/golpe	:	2

4.5. Plan de ejecución del experimento

a. Recolección de larvas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)

Las larvas de *Spodoptera frugiperda* fueron recolectadas de parcelas de maíz del terreno del Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la selva, Distrito de La Banda de Shilcayo; dichas larvas eran de diferentes edades y fueron trasladadas al laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U.N.S.M.-T; hasta obtener un número suficiente de huevos. Posteriormente fueron trasladadas al laboratorio de entomología de la E.E. "El Porvenir", para seguir con la crianza y así obtener el número suficiente de larvas; para su posterior infestación a los diferentes tratamientos en las parcelas experimentales.

b. Crianza de larvas

Cuando las larvas eclosionaron fueron colocados en envases de diferentes dimensiones, alimentadas con hojas de higuera para evitar el canibalismo. Luego tres días de la eclosión se fue separando y colocando una larva en un vaso descartable de 03 onzas; y así seguir con la crianza, alimentadas artificialmente con hojas de maíz hasta obtener la cantidad necesaria de larvas del primer estadio para realizar la infestación. El cambio de estadio se determinó por la presencia de exuvia en los vasos. Todo este procedimiento se hizo durante 2 meses.

c. Infestación del campo de maíz

Se hizo con las larvas de primer estadio (aproximadamente 8 448 larvas) a los 15 días después de la siembra del maíz, con ayuda de pinceles se colocó dos (2) larvas por planta.

d. Preparación de la bacteria

Esta bacteria *Bacillus thuringiensis* formulada como Polvo Mojable (P.M), fue proporcionada por el Proyecto Maíz del INIA- Tarapoto, con un contenido neto de 500 g. La dosis aplicada fue de 600 g/Ha para los tratamientos T₂, T₆ y T₁₀; 800 g/Ha para T₃, T₇ y T₁₁ y 1 000 g/Ha para los T₄, T₈ y T₁₂, diluidos en un litro de agua por cada tratamiento.

e. Aplicación de la bacteria

Bacillus thuringiensis, fue aplicada a 1, 5 y 10 días después de la infestación del cultivo con *Spodoptera frugiperda*; utilizando una aspersora costal de 20l y se realizó en las primeras horas de la mañana.

Las evaluaciones se realizaron a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación de *Bacillus thuringiensis*.

f. Labores culturales del cultivo de maíz

- **Trazado del campo experimental**

Se hizo el replanteo del diseño experimental, utilizando wincha, estacas y cordel.

- **Preparación del terreno**

Se realizó con un tractor agrícola, y así se desarrollo las labores de arado y surcado.

- **Siembra**

La siembra se hizo utilizando semillas de la variedad M-28-T, y se realizó manualmente, con la ayuda de un tacarpo, se colocó tres semillas por golpe a un distanciamiento de 0,80m x 0,50m. Esta labor se realizó el 17-10-2 003.

- **Resiembra**

Esta labor se realizó colocando las semillas que faltaban en los hoyos que no germinaron.

- **Desahije**

Esta labor se realizó a los 15 días después de la siembra de las plantas, dejando dos por golpe para obtener un total de 50 000 plantas por hectárea.

- **Control de malezas**

Para esta labor se utilizó el control químico que fue (2-4-D), a una dosis de 50 cc y Glifosato a 180 cc por 20 l de agua.

Así mismo se efectuó control cultural, utilizando para esta labor machetes.

- **Cosecha**

Esta labor se efectuó a los 120 días después de la siembra y cuando los granos de maíz arrojaron una H° promedio de 14,9%.

4.6. Evaluaciones realizadas

a. Número de larvas muertas

Se evaluó el efecto de *Bacillus thuringiensis* a los 24, 48 y 72 horas de aplicado a los tratamientos en estudio. Las larvas vivas encontradas, fueron llevadas al laboratorio para seguir con la crianza, durante una semana o hasta observar la muerte de la misma. Para realizar esta evaluación, se escogió 10 plantas al azar de los dos surcos centrales, previa señalización de las plantas con una tira de cartulina duplex para evitar confusiones al momento de las evaluaciones.

b. Altura de plantas

Se seleccionaron 10 plantas al azar de los surcos centrales de cada tratamiento y se procedió a medir la altura desde la base de cada planta hasta el nudo donde comienza la hoja bandera (90 días).

c. Total de plantas cosechadas

Se registró el número de plantas al momento de la cosecha sin la importancia que la planta tuviera una o dos mazorcas.

d. Total de mazorcas cosechadas

En cada parcela se calificó el número total de mazorcas cosechadas de los dos surcos centrales de cada parcela experimental, incluyendo mazorcas podridas.

e. Porcentaje de humedad de grano a la cosecha

Se tomaron 10 mazorcas de cada parcela experimental, y se desgranó 4 a 5 hileras de cada mazorca; luego se mezclaron los granos obtenidos y con esta muestra a granel se determinó el % de humedad de grano al momento de la cosecha. Para determinar la humedad de grano se utilizó un medidor de humedad portátil.

f. Rendimiento expresado en Kg/Ha

Se determinó mediante la fórmula:

$$\text{Kg/Ha} = \frac{\text{Peso campo}}{\text{Área neta}} \times 10 \left[\frac{(100 - H^\circ \text{ campo}) \times 0,80}{86} \right]$$

g. Análisis económico

Para determinar el análisis económico de los tratamientos se elaboró el costo total de producción de cada tratamiento en estudio expresado en nuevos soles por hectárea, de esta forma se determinó la relación beneficio costo.

V. RESULTADOS

5.1. Mortalidad de 24 horas después de la aplicación de *Bacillus thuringiensis*.

Cuadro 4: Análisis de variancia para mortalidad de larvas a 24 horas dda.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Signific.
Bloques	3	13,2	4,51	0,64	N. S.
A	2	1 142,95	571,48	81,06	**
B	3	6 021,04	2 007,01	284,68	**
A x B	6	1 589,73	264,96	37,58	**
Error	33	232,61	7,05		
Total	47	8 999,85			

N. S.: No Significativo

** : Altamente significativo

R^2 : 97,42 %

C.V.: 8,3 %

x: 32,63

PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE LARVAS MUERTAS, FACTOR DOSIS

Cuadro 5: A₁= 1 ddi.

Dosis	% larvas muertas	Duncan
1 000 g/Ha	56,82	a
800 g/Ha	40,91	b
600 g/Ha	35,23	c
0 g/Ha	17,61	d

Cuadro 6: A₂= 5 ddi.

Dosis	% larvas muertas	Duncan
1 000 g/Ha	46,59	a
800 g/Ha	44,11	a
600 g/Ha	34,09	b
0 g/Ha	12,16	c

Cuadro 7: A₃= 10 ddi.

Dosis	% larvas muertas	Duncan
1 000 g/Ha	36,93	a
800 g/Ha	32,95	a
600 g/Ha	22,26	b
0 g/Ha	11,93	c

**PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE LARVAS MUERTAS,
FACTOR TIEMPO**

Cuadro 8: B₁= 0 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
1 ddi	17,61	a
5 ddi	12,16	b
10 ddi	11,93	b

Cuadro 9: B₂= 600 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
1 ddi	35,23	a
5 ddi	34,09	a
10 ddi	22,26	B

Cuadro 10: B₃= 800 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
5 ddi	44,11	a
1 ddi	40,91	a
10 ddi	32,95	b

Cuadro 11: B₄= 1 000 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
1 ddi	56,82	a
5 ddi	46,59	b
10 ddi	36,93	c

5.1. Mortalidad de 48 horas después de la aplicación de *Bacillus thuringiensis*.

Cuadro 12: Análisis de variancia para mortalidad de larvas a 48 horas dda.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloques	3	5,11	1,70	0,17	N. S.
A	2	8 420,91	4 210,46	463,18	**
B	3	40 864,55	13 621,52	417,70	**
A x B	6	2 072,27	345,38	1 351,34	**
Error	33	332,71	10,08		
Total	47	51 695,55			

N. S.: No Significativo

**: Altamente significativo

R² :99,36 %

C.V.: 5,62 %

x: 56,50

PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE LARVAS MUERTAS, FACTOR DOSIS

Cuadro 13: A₁= 1 ddi.

Dosis	% larvas muertas	Duncan
1 000 g/Ha	98,30	a
800 g/Ha	91,48	b
600 g/Ha	82,96	c
0 g/Ha	14,43	d

Cuadro 14: A₂= 5 ddi.

Dosis	% larvas muertas	Duncan
1 000 g/Ha	99,43	a
800 g/Ha	63,63	b
600 g/Ha	60,22	b
0 g/Ha	9,66	c

Cuadro 15: A₃= 10 ddi.

Dosis	% larvas muertas	Duncan
1 000 g/Ha	63,63	a
800 g/Ha	50,27	b
600 g/Ha	42,04	c
0 g/Ha	1,70	d

**PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE LARVAS MUERTAS,
FACTOR TIEMPO**

Cuadro 16: B₁= 0 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
1 ddi	14,43	a
5 ddi	9,66	b
10 ddi	1,70	c

Cuadro 17: B₂= 600 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
1 ddi	82,96	a
5 ddi	60,22	b
10 ddi	42,04	c

Cuadro 18: B₃= 800 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
1 ddi	91,48	a
5 ddi	63,63	b
10 ddi	50,57	c

Cuadro 19: B₄= 1 000 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
5 ddi	99,43	a
1 ddi	98,30	a
10 ddi	63,63	b

5.2. Mortalidad de 72 horas después de la aplicación de *Bacillus thuringiensis*.

Cuadro 20: Análisis de variancia para mortalidad de larvas a 72 horas dda.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloques	3	22,69	7,56	1,09	N. S.
A	2	1 808,97	904,49	130,52	**
B	3	62 778,66	20 926,22	3 019,66	**
A x B	6	266,71	44,79	6,46	**
Error	33	228,8	6,93		
Total	47	65 105,83			

N. S.: No Significativo

**: Altamente significativo

R² : 99,65 %

C.V.: 3,70 %

x: 71,09

**PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE LARVAS MUERTAS,
FACTOR DOSIS**

Cuadro 21: A₁= 1 ddi.

Dosis	% larvas muertas	Duncan
1 000 g/Ha	100,00	a
800 g/Ha	99,43	a
600 g/Ha	98,29	a
0 g/Ha	15,00	b

Cuadro 22: A₂= 5 ddi.

Dosis	% larvas muertas	Duncan
1 000 g/Ha	100,00	a
800 g/Ha	93,18	b
600 g/Ha	84,66	c
0 g/Ha	9,66	d

Cuadro 23: A₃= 10 ddi.

Dosis	% larvas muertas	Duncan
1 000 g/Ha	92,04	a
800 g/Ha	81,81	b
600 g/Ha	77,27	c
0 g/Ha	7,70	d

**PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE LARVAS MUERTAS,
FACTOR TIEMPO**

Cuadro 24: B₁= 0 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
1 ddi	15,00	a
5 ddi	9,66	b
10 ddi	1,70	c

Cuadro 25: B₂= 600 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
1 ddi	98,29	a
5 ddi	84,66	b
10 ddi	77,27	c

Cuadro 26: B₃= 800 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
1 ddi	99,43	a
5 ddi	93,18	b
10 ddi	81,81	c

Cuadro 27: B₄= 1 000 g/Ha

Tiempo	% larvas muertas	Duncan
1 ddi	99,43	a
5 ddi	93,18	a
10 ddi	81,81	b

5.3. Altura de planta

Cuadro 28: Análisis de variancia para la altura máxima de planta.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloques	3	244,25	81,42	5,03	
A	2	833,56	416,78	15,39	**
B	3	728,69	242,89	8,27	**
AB	6	130,19	21,69	0,8	
Error	33	893,25	27,07		
Total	47	2 829,92			

** : Altamente significativo

* : Significativo

R² : 81,14 %

C.V.: 2,14

x: 188,21

Cuadro 29: Prueba de Duncan para la altura máxima de planta.

Tratamientos	Altura (cm)	Duncan
1 000 g/Ha a 1 ddi	197,00	a
800 g/Ha a 1 ddi	194,50	ab
1 000 g/Ha a 5 ddi	193,00	abc
600 g/Ha a 1 ddi	192,50	abc
800 g/Ha a 5 ddi	190,75	abc
1 000 g/Ha a 10 ddi	190,50	abc
800 g/Ha a 10 ddi	189,50	bc
600 g/Ha a 5 ddi	189,25	bc
0 g/Ha a 1 ddi	186,75	cd
600 g/Ha a 10 ddi	182,00	de
0 g/Ha a 5 ddi	179,50	e
0 g/Ha a 10 ddi	173,25	f

5.4. Rendimiento en Kg/Ha

Cuadro 30: Análisis de variancia para el Rendimiento en Kg/Ha.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloques	3	943 643,81	314 547,94	0,90	
A	2	8 551 545,87	4 275 772,94	12,27	**
B	3	4 275 772,94	1 425 257,65	4,09	*
AB	6	1 832 474,11	305 412,35	0,87	
Error	33	11 499 768,53	348 477,83		
Total	47	27 103 205,27			

*: Significativo

N. S.: No significativo

R^2 : 77,57 %

C.V.: 12,98 %

x: 4 546,31

Cuadro 31: Prueba de Duncan para el Rendimiento en Kg/Ha.

Nº Orden	Ttos	Descripción	Kg/Ha	Duncan
1	T ₄	1 000 g/Ha a 1 ddi	5 548,00	a
2	T ₃	800 g/Ha a 1 ddi	5 497,30	ab
3	T ₂	600 g/Ha a 1 ddi	5 415,80	ab
4	T ₈	1 000 g/Ha a 5 ddi	5 415,80	ab
5	T ₁₂	1 000 g/Ha a 10 ddi	5 377,11	ab
6	T ₇	800 g/Ha a 5 ddi	5 375,10	ab
7	T ₁₁	800 g/Ha a 10 ddi	5 334,30	ab
8	T ₆	600 g/Ha a 5 ddi	5 049,40	abcd
9	T ₁	0 g/Ha a 1 ddi	5 008,60	abcd
10	T ₁₀	600 g/Ha a 10 ddi	4 967,90	bcd
11	T ₅	0 g/Ha a 5 ddi	4 845,80	cd
12	T ₉	0 g/Ha a 10 ddi	4 601,40	d

5.5. Análisis económico

Cuadro 32: Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Ttos	Rend. Kg/Ha	Precio / Kg	Benef. Bruto	Costo Produc.	Benef. Neto	Rel. b/c
4	5 548,00	0,50	2 774,00	2 667,73	106,27	1,04
3	5 497,30	0,50	2 748,65	2 643,33	105,32	1,04
2	5 415,80	0,50	2 707,90	2 618,93	88,97	1,03
1	5 008,60	0,50	2 504,30	2 434,48	69,82	1,03
7	5 375,10	0,50	2 687,55	2 643,33	44,22	1,02
8	5 415,80	0,50	2 707,90	2 667,73	40,17	1,02
11	5 334,30	0,50	2 667,15	2 643,33	23,82	1,01
12	5 377,11	0,50	2 688,56	2 667,73	20,83	1,01
5	4 845,80	0,50	2 422,90	2 434,48	-11,58	0,99
6	5 049,40	0,50	2 524,70	2 618,93	-94,23	0,96
9	4 601,40	0,50	2 300,70	2 434,48	-133,78	0,95
10	4 967,90	0,50	2 483,95	2 618,93	-134,98	0,95

VI. DISCUSIONES

6.1. Mortalidad.

El cuadro 4 nos muestra el análisis de variancia para mortalidad de larvas 24 horas después de aplicar *Bacillus thuringiensis*; indicando altamente significativo para los factores e interacción. El coeficiente de determinación (R^2) de 97,42 % y el coeficiente de variación de 8,3 % nos muestra el alto grado de homogeneidad y el poco margen de error que existe en la toma de datos; así mismo se encuentran dentro del rango de aceptación para realizar trabajos a nivel de campo tal como establece Calzada (1 970).

El cuadro 5 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas 1 día después de la infestación de las larvas de *Spodoptera frugiperda*, indicando que a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 56,82 % de mortalidad, superando a los tratamientos con 800, 600 y 0 g/Ha que obtuvieron 40,91; 35,23 y 17,61 % de mortalidad respectivamente.

El cuadro 6 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas 5 días después de la infestación de las larvas de *Spodoptera frugiperda*, indicando que a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 46,59 % de mortalidad, siendo estadísticamente igual al tratamiento con 800 g/Ha que obtuvo 44,11 % de mortalidad; los tratamientos con 600 y 0 g/Ha obtuvieron 34,09 y 12,16 % de mortalidad demostrando menor eficiencia en el control de *Spodoptera frugiperda*.

El cuadro 7 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas 10 días después de la infestación de las larvas de *Spodoptera frugiperda*, indicando que a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 36,93 % de mortalidad, siendo estadísticamente igual al tratamiento con 800 g/Ha que obtuvo 32,95 % de mortalidad; los tratamientos con 600 y 0 g/Ha obtuvieron 22,26 y 11,93 % de mortalidad demostrando menor eficiencia en el control de *Spodoptera frugiperda*.

El cuadro 8 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 0 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 1 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtuvo 17,61 % de mortalidad, superando estadísticamente a las aplicaciones realizadas a 5 y 10 ddi que obtuvieron 12,16 y 11,93 % de mortalidad respectivamente.

El cuadro 9 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 600 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 1 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtuvo 35,23 % de mortalidad, siendo igual estadísticamente a la aplicación realizada a 5 ddi que obtuvo 34,09 % de mortalidad. La aplicación realizada a 10 ddi obtuvo una mortalidad de 22,26 %.

El cuadro 10 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 800 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 5 y 1 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtiene 44,11 y 40,91 % de mortalidad,

siendo estadísticamente iguales. La aplicación realizada a 10 ddi obtuvo una mortalidad de 32,95 %.

El cuadro 11 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 1 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtuvo 56,82 % de mortalidad, superando a la aplicación realizada a 5 y 10 ddi que obtuvo 46,59 y 36,93 % de mortalidad.

El cuadro 12 muestra el análisis de variancia para mortalidad de larvas a 48 horas después de aplicar *Bacillus thuringiensis*; indicando altamente significativo para los factores e interacción. El coeficiente de determinación (R^2) de 99,36 % y el coeficiente de variación de 5,62 % nos muestra el alto grado de homogeneidad y el poco margen de error que existe en la toma de datos; así mismo se encuentran dentro del rango de aceptación para realizar trabajos a nivel de campo tal como establece Calzada (1 970).

El cuadro 13 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas 1 día después de la infestación de las larvas de *Spodoptera frugiperda*, indicando que a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 98,30 % de mortalidad, superando a los tratamientos con 800, 600 y 0 g/Ha que obtuvieron 91,48; 82,96 y 14,43 % de mortalidad respectivamente.

El cuadro 14 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas 5 días después de la infestación de las larvas de *Spodoptera*

frugiperda, indicando que a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 99,43 % de mortalidad, superando a los tratamientos con 800, 600 y 0 g/Ha obtuvieron 63,63; 60,22 y 9,66 % de mortalidad de *Spodoptera frugiperda* respectivamente.

El cuadro 15 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas 10 días después de la infestación de larvas de *Spodoptera frugiperda*, indicando que a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 63,63 % de mortalidad, superando a los tratamientos con 800, 600 y 0 g/Ha obtuvieron 50,27; 42,04 y 1,70 % de mortalidad demostrando menor eficiencia en el control de *Spodoptera frugiperda*.

El cuadro 16 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 0 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 1 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtuvo 14,43 % de mortalidad, superando estadísticamente a las aplicaciones realizadas a 5 y 10 ddi que obtuvieron 9,66 y 1,70 % de mortalidad respectivamente.

El cuadro 17 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 600 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 1 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtuvo 82,96 % de mortalidad, superando a las aplicaciones realizadas a 5 y 10 ddi que obtuvieron 60,22 y 42,02 % de mortalidad.

El cuadro 18 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 800 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 1 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtiene 91,48 % de mortalidad, superando a las aplicaciones realizadas a 5 y 10 ddi. obteniendo 63,63 y 50,57 % de mortalidad.

El cuadro 19 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 5 y 1 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtiene 99,43 y 98,30 % de mortalidad, superando a la aplicación realizada a 10 ddi que obtuvo 63,63 % de mortalidad.

El cuadro 20 muestra el análisis de variancia para mortalidad de larvas a 72 horas después de aplicar *Bacillus thuringiensis*; indicando altamente significativo para los factores e interacción. El coeficiente de determinación (R^2) de 99,65 % y el coeficiente de variación de 3,70 % nos muestra el alto grado de homogeneidad y el poco margen de error que existe en la toma de datos; así mismo se encuentran dentro del rango de aceptación para realizar trabajos a nivel de campo tal como establece Calzada (1 970).

El cuadro 21 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas 1 día después de la infestación de las larvas de *Spodoptera frugiperda*, indicando que no existe diferencia estadística entre los tratamientos, los promedio fluctúan de 15,00 a 100,00 % de mortalidad.

El cuadro 22 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas 5 días después de la infestación de las larvas de *Spodoptera frugiperda*, indicando que a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 100,00 % de mortalidad, superando a los tratamientos con 800, 600 y 0 g/Ha obtuvieron 93,18; 84,66 y 9,66 % de mortalidad de *Spodoptera frugiperda* respectivamente.

El cuadro 23 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas 10 días después de la infestación de larvas de *Spodoptera frugiperda*, indicando que a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 92,04 % de mortalidad, superando a los tratamientos con 800; 600 y 0 g/Ha obtuvieron 81,81; 77,27 y 7,70 % de mortalidad demostrando menor eficiencia en el control de *Spodoptera frugiperda*.

El cuadro 24 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 0 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 1 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtuvo 15,00 % de mortalidad, superando estadísticamente a las aplicaciones realizadas a 5 y 10 ddi que obtuvieron 9,66 y 1,70 % de mortalidad respectivamente.

El cuadro 25 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 600 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 1 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtuvo 98,29 % de mortalidad, superando a las aplicaciones realizadas a 5 y 10 ddi que obtuvieron 84,66 y 77,27 % de mortalidad.

El cuadro 26 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 800 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 1 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtiene 99,43 % de mortalidad, superando a las aplicaciones realizadas a 5 y 10 ddi. obteniendo 93,18 y 81,81 % de mortalidad.

El cuadro 27 nos muestra la prueba de Duncan para el porcentaje de larvas muertas a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, indicando que a 1 y 5 ddi de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtiene 100,00 y 100,00 % de mortalidad, superando a la aplicación realizada a 10 ddi que obtuvo 92,04 % de mortalidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que a menores estadios larvales de *Spodoptera frugiperda* el porcentaje de mortalidad es mayor; esto puede deberse que a mayores estadios larvales (IV y V) sus mecanismos de defensas de las larvas son mayores, tal como describe TANADA (1 993), cuando menciona que la mayoría de los entomopatógenos tienen una mayor eficacia cuando se aplican sobre los primeros estadios larvales. Así mismo nos indican que a 1 000 g/Ha de Bt. se alcanza un mayor porcentaje de mortalidad coincidiendo con HOFFMANN (1 993) que también encontró con dosis de 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* la muerte de *Spodoptera frugiperda* fue mayor comparativamente con dosis menores.

Estos resultados tienen mucha similitud con lo descrito por AGREVO (2 002), cuando hace mención que *Bacillus thuringiensis* es una bacteria estomacal; actúa después de la ingestión, las larvas dejan de alimentarse, pueden permanecer en sus sitios aparentemente vivas pero sin causar daños, y que la muerte ocurre entre los 48 y 72 horas después de aplicar el producto. Tal como se observa en los promedios generales reflejados en el análisis de variancia.

La mortalidad en los tratamientos testigos es probable que se deba a las altas precipitaciones y al incremento de temperatura, ocurrido durante el periodo después de la infestación (Octubre-Noviembre), como se observa en el cuadro N° 12 de los datos climáticos provenientes de la Estación Experimental El Porvenir.

6.2. Altura de plantas

El cuadro 28 nos muestra el análisis de variancia para la altura máxima de plantas, indicando altamente significativo para tratamientos. El coeficiente de determinación (R^2) de 81,14 % y el coeficiente de variación (C.V.) de 2,14 % nos indican el alto grado de asociación y el poco margen de error que existe en la toma de datos respectivamente; así mismo se encuentran dentro los rangos de aceptación para realizar trabajo de investigación a nivel de campo.

El cuadro 29 muestra la prueba de Duncan para la altura máxima de plantas corroborando la significancia que existe entre tratamientos. Así mismo la dosis de 1 000 g/Ha a 1 día después de la infestación de las larvas obtuvo las plantas más altas con un promedio de 197,00 cm; siendo igual

estadísticamente a los tratamientos con 800 g/Ha a 1 ddi, 1 000 g/Ha a 5 ddi, 600 g/Ha a 1 ddi, 800 g/Ha a 5 ddi y 1 000 g/Ha a 10 ddi que obtuvieron promedios de 194,50; 193,00; 192,50; 190,75 y 190,50 cm. respectivamente. Los tratamientos con 0 g/Ha a 5 y 10 ddi obtuvieron promedios de 179,50 y 173,25 cm. respectivamente fueron los que obtuvieron las alturas más bajas, comparativamente con los demás tratamientos.

Así mismo se observa que a dosis mayores de *Bacillus thuringiensis* y a menores días de aplicación después de la aplicación las alturas son mayores comparativamente con los tratamientos sin aplicación.

6.3. Rendimiento en Kg/Ha

El cuadro 30 nos muestra el análisis de variancia para el rendimiento en Kg/Ha, indicando significativo para tratamientos. El coeficiente de determinación (R^2) de 77,57 % y el coeficiente de variación (C.V.) de 12,98 % nos indican el alto grado de asociación y el poco margen de error que existe en la toma de datos respectivamente; así mismo se encuentran dentro los rangos de aceptación para realizar trabajo de investigación a nivel de campo.

El cuadro 31 muestra la prueba de Duncan para el promedio de rendimiento por tratamiento en Kg/Ha y ajustado por concomitancia, corrobora la significancia que existe entre tratamientos. Así mismo la dosis de 1 000 g/Ha a 1 día después de la infestación de las larvas obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 5 548,00 Kg/Ha; siendo igual estadísticamente a los tratamientos T₃, T₂, T₈, T₁₂, T₇ y T₁₁ que arrojaron promedios de 5 497,30; 5 415,80; 5 415,80; 5 377,11; 5 375,10 y 5 334,30 Kg/Ha respectivamente.

El T₄ con 5 548,00 Kg/Ha superó estadísticamente a los tratamientos T₁₀, T₅ y T₉ que arrojaron promedios de 4 967,90; 4 845,80 y 4 601,40 Kg/Ha respectivamente.

En el mismo cuadro se observa que las dosis de *Bacillus thuringiensis* aplicadas, que tuvieron comportamientos indistintos en función de las dosis de aplicación; ésto debido posiblemente a condiciones externas no controlables.

6.4. Análisis económico

En el cuadro 32 se muestra el análisis económico de los tratamientos evaluados; y los tratamientos que arrojaron valores de Beneficio/Costo positivos fueron el T₄, T₃, T₂, T₁, T₇, T₈, T₁₁ y T₁₂ con valores de 1,04; 1,04; 1,03, 1,03; 1,02; 1,02; 1,01 y 1,01 respectivamente. Se puede observar que los resultados para los tratamientos T₄; T₃ y T₂ con 1 000 g/Ha a 1 ddi, 800 g/Ha a 1 ddi y 600 g/Ha a 1 ddi respectivamente, corroboran la supremacía de los promedios de rendimientos por tratamiento indicados en el cuadro 31.

Estos valores de Beneficio/Costo obtenidos para los tratamientos evaluados, en realidad no son indicadores económicos muy alentadores, tomando en cuenta que si éstas mínimas ganancias se tendrán que dividir entre el tiempo que tomó producir y obtener ganancias por venta. Por otro lado, la Región San Martín se caracteriza porque los agricultores manejan entre 1 a 5 Ha del cultivo de maíz y que no redundaría en un ingreso neto competitivo y beneficioso.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1. A 72 horas después de la aplicación de *Bacillus thuringiensis* con 1 y 5 días después de la infestación a una dosis de 1 000 g/Ha se obtuvo 100 % de mortalidad, demostrando mayor eficiencia del producto en comparación con los demás tratamientos.
- 7.2. Para el factor tiempo de aplicación de *Bacillus thuringiensis*, la mayor mortalidad ocurrió en los estadios larvales I y II (cuadros 5, 13 y 21), alcanzando el tratamiento 1 ddi hasta 100,00 % de mortalidad a las 72 horas después de la aplicación.
- 7.3. Para el factor concentración de *Bacillus thuringiensis* el mayor porcentaje de mortalidad (cuadros 11, 19 y 27), corresponde al tratamiento 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis*, alcanzando hasta 100,00 % a las 72 horas después de la aplicación.
- 7.4. El mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento 1 000 g/ha a 1 ddi, con un rendimiento de 5 548,00 Kg/Ha, superando a los demás tratamientos.
- 7.5. Con los tratamientos 1 000 g/Ha a 1 ddi, 800 g/Ha a 1 ddi y 600 g/Ha a 1 ddi, se obtuvieron los mayores valores de Beneficio/Costo con 1,04; 1,04 y 1,03 respectivamente en comparación con los demás tratamientos estudiados.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. Se recomienda utilizar dosis de 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* como alternativa al control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz.
- 8.2. Realizar aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* sobre *Spodoptera frugiperda* cuando éste se encuentre en los 2 primeros estadios larvales, para así obtener un mayor control.
- 8.3. Realizar las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*, cuando se observa que las hojas de maíz presentan raspados ligeros, causados por *Spodoptera frugiperda*.
- 8.4. Realizar trabajos similares con la misma dosis en otras plagas y otros cultivos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGREVO. 2 002. Comportamiento Homogéneo en Condiciones de Campo de *Bacillus thuringiensis*. Boletín Informativo N° 1. Santa Fe de Bogotá Colombia.
2. BATISTA, A. S. 1 998. Control Microbiano de Insectos. Biblioteca de Ciencias Agrarias Luiz de Queiroz. 2° edición. Brasil. Pág. 383-386, 465.
3. CALZADA, J. 1 970. Métodos Estadísticos para la Investigación. 3° edición. Editorial Jurídica. Lima-Perú.
4. CASTILLO, H. 1 997. Control de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith en Maíz Morado con Entomopatógenos e Inhibidores de Síntesis de Quitina en la Irrigación Mages. Arequipa-Perú. Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
5. CISNEROS V.F. 1 995. Principios del Control de Plagas Agrícolas. Lima-Perú. Pág. 189.
6. DE BACH, P 1 985. Control Biológico de las Plagas de Insectos y Malas Hierbas. Cia. Editorial Continental – México. Pág. 949.
7. HOFFMANN, M. P. y FRODSHAM, CA. 1 993. Enemigos Naturales de los Parásitos Vegetales del Insecto. Extensión Cooperativa, Universidad De Cornell, Ithaca, NY. 63 pp.
8. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS E INFORMÁTICA – INEI 1 995. III Censo Nacional Agropecuario. Ministerio de Agricultura, Departamento de San Martín. Tomo III Pág. 1695.

9. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA -INIA. 1 995. Manejo del Cultivo del Maíz Amarillo Duro. Estación Experimental "El Porvenir Juan Guerra - San Martín - Perú.
10. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y PROMOCIÓN AGROPECUARIA – INIPA y otros. 1 984. Plagas del Maíz y sus Enemigos Naturales. Manual Técnico, Sector Agrario No. 4. Lima-Perú. Pág. 64.
11. JUNGENHEIMER, W.R. 1 998. Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivares y Producción de Semillas. Editorial Limusa S.A. – México.
12. MANRIQUE, A. 1 985. El Maíz en el Perú. Banco Agrario del Perú – Primera Edición. Pág. 75
13. OIA – Ministerio de Agricultura 1 999. Informe Manual de Producción en San Martín. Editorial OIA – M. A. Lima Perú.
14. PACHERES, M. L. 1 982. Cultivos - Plagas- Control Integrado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque - Perú.
15. RIVERO, M. 2 000. Efecto Letal de 4 Concentraciones de Baculovirus Sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith en Maíz Amarillo Duro, variedad M-28-T. Tesis de Ingeniero Agrónomo, UNSM – FCA, Tarapoto – Perú, Pág. 44
16. SARMIENTO, J. y J. CASTILLO 1 992 Control de Plagas y Enfermedades del Maíz Amarillo Duro en la Costa Central Proyecto TTA - INIA. Lima - Perú.
17. SUAREZ, J. 1 979. Principales Plagas del Maíz en el Perú. UNA La Molina. Lima – Perú. Pág. 123.

18. TANADA, Y., KAYA, H.K. 1 993 Patología del Insecto. Prensa ACADÉMICA, Inc., San Diego. 666 pp.
19. VELÁSQUEZ, M. J 1 984. Evaluación de Parcelas de Comprobación. Edición INIPA. Lima, Perú.
20. VELEZ, A. Raúl. 1 997 Plagas Agrícolas de Impacto Económico en Colombia: Bionomía y Manejo Integrado. Editorial Universidad de Antioquía. Ciencia y Tecnología.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Eficiencia de *Bacillus thuringiensis* en el Control de *Spodoptera frugiperda* en el Cultivo de Maíz (*Zea mays*) en el Bajo Mayo”, tuvo como objetivos: Determinar la eficiencia de *Bacillus thuringiensis* en el control biológico en el cultivo de maíz; determinar el costo de producción de los diferentes tratamientos y la relación Beneficio/Costo. El experimento se desarrolló en los campos del Proyecto Maíz de la E.E. “El Porvenir”, que está ubicado en el Km. 14 de la carretera Fernando Belaúnde Terri, Distrito de Juan Guerra; se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con arreglo factorial de 3 x 4 por 4 repeticiones. Los factores A_1 = Tiempo de aplicación de *Bacillus thuringiensis* (1; 5 y 10 días después de la infestación con *Spodoptera frugiperda*) y A_2 = Dosis de *Bacillus thuringiensis* (0,0; 0,6; 0,8 y 1,0 Kg/Ha). Los resultados demostraron que a mayor dosis de *Bacillus thuringiensis* y a 72 horas después de la aplicación se tiene un mejor control de *Spodoptera frugiperda* en campo con promedios de 100; 100 y 92,04% de larvas muertas para 1; 5 y 10 días después de la infestación. Por otro lado con 1,0 Kg/Ha de *Bacillus thuringiensis* a 1 día después de la infestación se obtuvo mayor altura de plantas de 197 cm.; probablemente por el control rápido, así mismo se obtuvo un mayor rendimiento de 5 548,00 Kg/Ha de maíz obteniendo una utilidad de S/. 106,27 nuevos soles y una relación Beneficio/Costo de 1,04 superando estadísticamente a los demás tratamientos en estudio.

SUMMARY

The present titled investigation work "Efficiency of *Bacillus thuringiensis* in the Control of *Spodoptera frugiperda* in the Cultivation of Corn (*Zea corn*) in the First floor May", he/she had as objectives: To determine the efficiency of *Bacillus thuringiensis* in the biological control in the cultivation of corn; to determine the cost of production of the different treatments and the relationship Beneficio/Costo. The experiment was developed in the fields of the Project Corn of the E.E "The Future" that is located in the Km. 14 of the highway Fernando Belaúnde Terri, District of Juan Guerra; the design of Complete Blocks was used at random, with factorial arrangement of 3 x 4 for 4 repetitions. The factors A_1 = Time of application of *Bacillus thuringiensis* (1; 5 and 10 days after the infestación with *Spodoptera frugiperda*) and A_2 = Dose of *Bacillus thuringiensis* (0,0; 0,6; 0,8 y 1,0 Kg/Ha). The results demonstrated that to bigger dose of *Bacillus thuringiensis* and 72 hours after the application one has a better control of *Spodoptera frugiperda* in field with averages of 100; 100 and 92,04% of dead larvae for 1; 5 and 10 days after the infestación. On the other hand with 1,0 Kg/Ha of *Bacillus thuringiensis* to 1 day after the infestación bigger height of plants of 197 cm. Was obtained; probably for the quick control, likewise a bigger yield of 5 548,00 Kg/Ha of corn was obtained obtaining an utility of S/. 106,27 news suns and a relationship Beneficio/Costo 1,04 overcoming statically to the other treatments in study.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Costo de Producción para 1 Ha de Maíz

Especificaciones	Unidad	Costo	T1		T2		T3		T4	
			Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
I. COSTOS DIRECTOS										
a. Preparación de terreno										
Arado	Horas	60,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00
Surcado	Horas	60,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00
b. Mano de obra										
Siembra	Jornal	10,00	9	90,00	9	90,00	9	90,00	9	90,00
Resiembra	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
Riegos (2)	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
Abonamiento	Jornal	10,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Desahije	Jornal	10,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Deshierbos (1)	Jornal	10,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00
Aplicación de insecticida (B. t)	Jornal	10,00	0	0,00	6	60,00	6	60,00	6	60,00
Aplicación de herbicida	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
Cosecha	Jornal	10,00	25	250,00	25	250,00	25	250,00	25	250,00
Pesado y empaque	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
c. Materiales y herramientas										
Machetes	Unidad	8,00	1	8,00	1	8,00	1	8,00	1	8,00
Palanas	Unidad	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00
Sacos	Unidad	0,80	111	88,80	111	88,80	111	88,80	111	88,80
Rafia	Kg	8,00	0.5	4,00	0.5	4,00	0.5	4,00	0.5	4,00
Huatopas	Unidad	1,00	2	2,00	2	2,00	2	2,00	2	2,00
Bomba mochila	Unidad	150,00	1/4	37,50	1/4	37,50	1/4	37,50	1/4	37,50
d. Insumos										
Semilla certificada	Kg	2,00	25.0	50,00	25.0	50,00	25.0	50,00	25.0	50,00
Sulfato de amonio	Kg	0,80	372.02	297,62	372.02	297,62	372.02	297,62	372.02	297,62
Super fosfato triple	Kg	1,00	127.55	127,55	127.55	127,55	127.55	127,55	127.55	127,55
Bacillus turigiensis	Kg	100,00	0	0,00	0.6	60,00	0.8	80,00	1	100,00
Roundup	l	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00
Hedonal	l	26,00	1	26,00	1	26,00	1	26,00	1	26,00
f. Leyes sociales 52 % M. O.				364,00		395,20		395,20		395,20
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				1 995,47		2 146,67		2 166,67		2 186,67
B. COSTOS INDIRECTOS										
Gastos financieros (3.5 % mensual)				279,37		300,53		303,33		306,13
Gastos Administrativos (8 %)				159,64		171,73		173,33		174,93
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				439,01		472,27		476,67		481,07
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN				2 434,48		2 618,93		2 643,33		2 667,73

ANEXO N° 02: Costo de Producción para 1 Ha de Maíz

Especificaciones	Unidad	Costo	T5		T6		T7		T8	
			Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
I. COSTOS DIRECTOS										
a. Preparación de terreno										
Arado	Horas	60,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00
Surcado	Horas	60,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00
b. Mano de obra										
Siembra	Jornal	10,00	9	90,00	9	90,00	9	90,00	9	90,00
Resiembra	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
Riegos (2)	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
Abonamiento	Jornal	10,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Desahije	Jornal	10,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Deshierbos (1)	Jornal	10,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00
Aplicación de insecticida (B. t)	Jornal	10,00	0	0,00	6	60,00	6	60,00	6	60,00
Aplicación de herbicida	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
Cosecha	Jornal	10,00	25	250,00	25	250,00	25	250,00	25	250,00
Pesado y empaque	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
c. Materiales y herramientas										
Machetes	Unidad	8,00	1	8,00	1	8,00	1	8,00	1	8,00
Palanas	Unidad	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00
Sacos	Unidad	0,80	111	88,80	111	88,80	111	88,80	111	88,80
Rafia	Kg	8,00	0.5	4,00	0.5	4,00	0.5	4,00	0.5	4,00
Huatopas	Unidad	1,00	2	2,00	2	2,00	2	2,00	2	2,00
Bomba mochila	Unidad	150,00	1/4	37,50	1/4	37,50	1/4	37,50	1/4	37,50
d. Insumos										
Semilla certificada	Kg	2,00	25.0	50,00	25.0	50,00	25.0	50,00	25.0	50,00
Sulfato de amonio	Kg	0,80	372	297,62	372	297,62	372	297,62	372	297,62
Super fosfato triple	Kg	1,00	127.55	127,55	127.55	127,55	127.55	127,55	127.55	127,55
Bacillus turgiensis	Kg	100,00	0	0,00	0.6	60,00	0.8	80,00	1	100,00
Roundup	l	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00
Hedonal	l	26,00	1	26,00	1	26,00	1	26,00	1	26,00
f. Leyes sociales 52 % M. O.				364,00		395,20		395,20		395,20
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				1 995,47		2 146,67		2 166,67		2 186,67
B. COSTOS INDIRECTOS										
Gastos financieros (3.5 % mensual)				279,37		300,53		303,33		306,13
Gastos Administrativos (8 %)				159,64		171,73		173,33		174,93
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				439,01		472,27		476,67		481,07
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN				2 434,48		2 618,93		2 643,33		2 667,73

ANEXO N° 03: Costo de Producción para 1 Ha de Maíz

Especificaciones	Unidad	Costo	T9		T10		T11		T12	
			Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
I. COSTOS DIRECTOS										
a. Preparación de terreno										
Arado	Horas	60,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00
Surcado	Horas	60,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00	2	120,00
b. Mano de obra										
Siembra	Jornal	10,00	9	90,00	9	90,00	9	90,00	9	90,00
Resiembra	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
Riegos (2)	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
Abonamiento	Jornal	10,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Desahije	Jornal	10,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Deshierbos (1)	Jornal	10,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00
Aplicación de insecticida (B. t)	Jornal	10,00	0	0,00	6	60,00	6	60,00	6	60,00
Aplicación de herbicida	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
Cosecha	Jornal	10,00	25	250,00	25	250,00	25	250,00	25	250,00
Pesado y empaque	Jornal	10,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00	2	20,00
c. Materiales y herramientas										
Machetes	Unidad	8,00	1	8,00	1	8,00	1	8,00	1	8,00
Palanas	Unidad	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00
Sacos	Unidad	0,80	111	88,80	111	88,80	111	88,80	111	88,80
Rafia	Kg	8,00	0.5	4,00	0.5	4,00	0.5	4,00	0.5	4,00
Huatopas	Unidad	1,00	2	2,00	2	2,00	2	2,00	2	2,00
Bomba mochila	Unidad	150,00	1/4	37,50	1/4	37,50	1/4	37,50	1/4	37,50
d. Insumos										
Semilla certificada	Kg	2,00	25.0	50,00	25.0	50,00	25.0	50,00	25.0	50,00
Sulato de amonio	Kg	0,80	372	297,62	372	297,62	372	297,62	372	297,62
Super fostato triple	Kg	1,00	127.55	127,55	127.55	127,55	127.55	127,55	127.55	127,55
Bacilus turgiensis	Kg	100,00	0	0,00	0.6	60,00	0.8	80,00	1	100,00
Roundup	l	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00	1	25,00
Hedonal	l	26,00	1	26,00	1	26,00	1	26,00	1	26,00
f. Leyes sociales 52 % M. O.				364,00		395,20		395,20		395,20
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				1 995,47		2 146,67		2 166,67		2 186,67
B. COSTOS INDIRECTOS										
Gastos financieros (3.5 % mensual)				279,37		300,53		303,33		306,13
Gastos Administrativos (8 %)				159,64		171,73		173,33		174,93
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				439,01		472,27		476,67		481,07
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN				2 434,48		2 618,93		2 643,33		2 667,73

PLANTAS A LA COSECHA

ANEXO N° 04: Análisis de variancia para plantas a la cosecha.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloques	3	7,42	2,47	2,43	N. S.
Tratamientos	11	82,92	7,54	7,41	**
Error	33	33,58	1,02		
Total	47	123,92			

** : Altamente significativo

N. S.: No significativo

R^2 :72,89 %

C.V.: 2,99 %

x: 33,79

ANEXO N° 05: Prueba de Duncan para plantas a la cosecha.

Tratamientos	N° Plantas	Duncan
1 000 g/Ha a 1 ddi	36,25	a
800 g/Ha a 1 ddi	35,00	ab
1 000 g/Ha a 5 ddi	34,25	b
600 g/Ha a 1 ddi	34,25	b
800 g/Ha a 5 ddi	34,25	b
1 000 g/Ha a 10 ddi	34,00	b
800 g/Ha a 10 ddi	33,75	b
600 g/Ha a 5 ddi	33,75	b
0 g/Ha a 1 ddi	33,75	b
600 g/Ha a 10 ddi	33,50	b
0 g/Ha a 5 ddi	32,00	c
0 g/Ha a 10 ddi	30,75	c

MAZORCAS A LA COSECHA

ANEXO N° 06: Análisis de variancia para número de mazorcas a la cosecha.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloques	3	1,73	0,58	0,58	N. S.
Tratamientos	11	146,53	13,32	13,52	**
Error	33	32,52	0,99		
Total	47	180,81			

** : Altamente significativo

N. S.: No significativo

R^2 : 82,01 %

C.V.: 3,11 %

x: 31,94

ANEXO N° 07: Prueba de Duncan para número de mazorcas a la cosecha.

Tratamientos	N° Mazorcas	Duncan
1 000 g/Ha a 1 ddi	34,00	a
800 g/Ha a 1 ddi	33,75	a
1 000 g/Ha a 5 ddi	33,25	a
600 g/Ha a 1 ddi	33,25	a
800 g/Ha a 5 ddi	33,00	a
1 000 g/Ha a 10 ddi	33,00	a
800 g/Ha a 10 ddi	32,75	a
600 g/Ha a 5 ddi	31,00	b
0 g/Ha a 1 ddi	30,75	b
600 g/Ha a 10 ddi	30,50	b
0 g/Ha a 5 ddi	29,75	b
0 g/Ha a 10 ddi	28,25	c

PESO DE CAMPO

ANEXO N° 08: Análisis de variancia para el peso de campo.

F de V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signific.
Bloques	3	0,67	0,22	1,96	N. S.
Tratamientos	11	9,00	0,82	7,21	**
Error	33	3,74	0,11		
Total	47	13,41			

** : Altamente significativo

N. S.: No significativo

R^2 :72,09 %

C.V.: 10,95 %

x: 3,08

ANEXO N° 09: Prueba de Duncan para el peso de campo.

Tratamientos	Peso (Kg)	Duncan
1 000 g/Ha a 1 ddi	3,88	a
1 000 g/Ha a 5 ddi	3,50	ab
1 000 g/Ha a 10 ddi	3,40	abc
800 g/Ha a 1 ddi	3,35	abc
800 g/Ha a 5 ddi	3,33	bc
800 g/Ha a 10 ddi	3,15	bcd
600 g/Ha a 1 ddi	2,98	bcd
600 g/Ha a 5 ddi	2,95	bcd
600 g/Ha a 10 ddi	2,90	cde
0 g/Ha a 1 ddi	2,75	def
0 g/Ha a 5 ddi	2,40	ef
0 g/Ha a 10 ddi	2,33	f

ANEXO Nº 10 : CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

IV

1 000	800	0	600	600	800	0	1 000	600	1 000	0	800
T4	T3	T1	T2	T10	T11	T9	T12	T6	T8	T5	T7
5 ddi				15 ddi				10 ddi			

III

0	600	1 000	800	600	0	800	1 000	800	1 000	0	600
T9	T10	T12	T11	T2	T4	T3	T4	T7	T8	T5	T6
15 ddi				5 ddi				10 ddi			

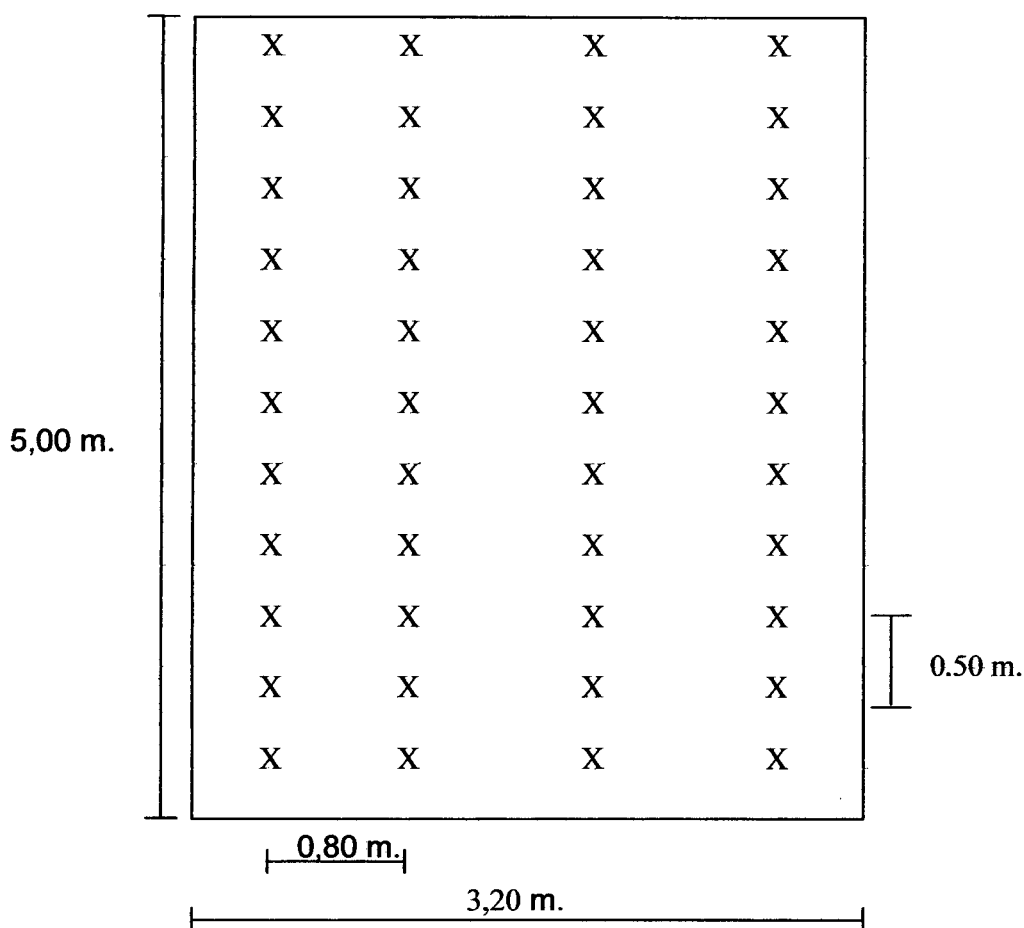
II

600	800	1 000	0	600	1 000	0	800	1 000	600	0	800
T6	T7	T8	T5	T10	T12	T9	T11	T4	T2	T1	T3
10 ddi				15 ddi				5 ddi			

I

600	1 000	0	800	800	600	0	1 000	800	1 000	0	600
T2	T4	T1	T3	T7	T6	T5	T8	T11	T12	T9	T10
5 ddi				10 ddi				15 ddi			

ANEXO N° 11 : CROQUIS DE UNA PARCELA EXPERIMENTAL



LEYENDA:

Área de parcela	:	12,00 m ² .
Área de parcela neta	:	8,00 m ² .
Distancia entre hilera	:	0,80 m.
Distancia entre plantas:	:	0,50 m.
Nº de golpes a evaluar:	:	22
Nº plantas a evaluar	:	44

ANEXO N° 12: Datos climáticos durante la ejecución del experimento

Meses	Temperatura			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Media		
Julio	32,5	19,5	25,9	16,40	83
Agosto	33,7	19,4	26,6	62,60	80
Septiembre	33,9	20,1	26,9	45,00	81
Octubre	34,0	21,4	28,1	125,20	81
Noviembre	33,6	21,6	27,8	122,80	83
Diciembre	32,2	22,3	27,6	187,40	84

FUENTE: Estación MAP. "El Porvenir"-Juan Guerra-San Martín-2 003

ANEXO N° 13: FOTOS

FOTO 01: RECOLECCIÓN DE LARVAS

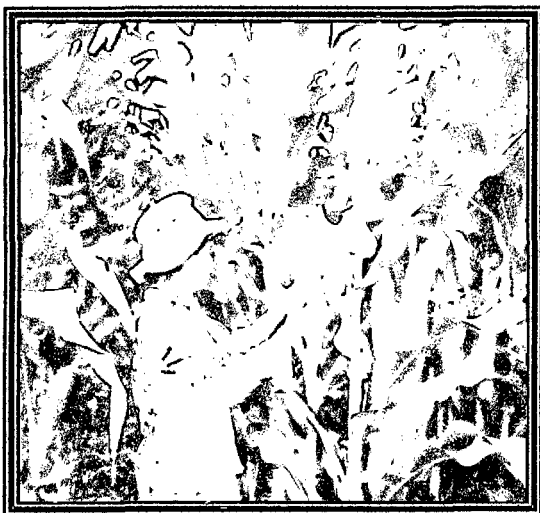


FOTO 02: CRIANZA DE LARVAS



FOTO 03: TRAZADO Y PREPARACIÓN DEL TERRENO



FOTO 04: SIEMBRA



FOTO 05: CONTROL DE MALEZAS



FOTO 06: INFESTACIÓN DEL CAMPO CON LARVAS DE *Spodoptera frugiperda*



Foto 07: PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DE LA BACTERIA



FOTO 08: COSECHA

